

## KOMPOSISI KIMIA *Spirulina platensis* YANG DIKULTIVASI DALAM FOTOBIOREAKTOR DENGAN FOTOPERIODE BERBEDA

Sari Afriani<sup>1\*</sup>, Uju<sup>1,2</sup>, Iriani Setyaningsih<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC), Institut Pertanian Bogor Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 1, Bogor 16680 Jawa Barat

Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

\*Korespondensi: [sariafriani.86@gmail.com](mailto:sariafriani.86@gmail.com)

Diterima: 28 Agustus 2018 / Disetujui: 7 Desember 2018

**Cara sitasi:** Afriani S, Uju, Setyaningsih I. 2018. Komposisi kimia *Spirulina platensis* yang dikultivasi dalam fotobioreaktor dengan fotoperiode berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 471-479.

### Abstrak

*Spirulina platensis* dikenal sebagai mikroalga berwarna hijau-biru yang digolongkan ke dalam cyanobacteria, bersel satu dan berbentuk spiral. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh fotoperiode terhadap karakteristik *S. platensis* yang dikultivasi dalam fotobioreaktor terkontrol (FK) dan fotobioreaktor tidak terkontrol (FTK). Karakteristik yang diamati meliputi kurva pertumbuhan, rendemen biomassa kering, kandungan karbohidrat, protein, lemak dan komponen aktif. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan. *S. platensis* dikultur dengan volume masing-masing 10 L menggunakan media pertumbuhan berupa kombinasi antara pupuk Urea, pupuk organik RI1 Plant catalyst (URC) dengan perlakuan lama pencahayaan (fotoperiode) 24:0, 16:8, 12:12 dan 6:18 (jam terang:jam gelap). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fotobioreaktor terkontrol (FK) dengan fotoperiode 24:0 memiliki nilai OD (0,882), rendemen biomassa kering 0,31 g/L dan kandungan karbohidrat 25,85% tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Fotobioreaktor tanpa kontrol (FTK) dengan fotoperiode 12:12 (58,44%) mengandung protein lebih tinggi dari perlakuan lainnya, sedangkan kandungan lemak tertinggi pada fotoperiode 6:18 yaitu 6,60%. Hasil analisis komponen aktif berdasarkan uji fitokimia positif mengandung senyawa flavonoid, fenol, steroid dan saponin untuk keseluruhan perlakuan.

Kata kunci: Biomasa, fotobioreaktor, fotoperiod, komposisi kimia, *Spirulina platensis*.

### *Chemical Composition of Spirulina platensis which Cultivated in Photobioreactors with Different Photoperiodes*

#### Abstract

*Spirulina platensis* known as filamentous cyanobacteria, single-celled and spiral-shaped. It is often called blue-green microalgae. This study aimed to determine the effect of photoperiod on the characteristic of *S. platensis* which were cultivated in a controlled photobioreactor (FK) and uncontrolled photobioreactor (FTK). The observed characteristics include the growth curves, dried weight of biomass, carbohydrates content, protein, fat and bioactive compounds. The research used Completely Randomized Design (CRD) with two replications. *S. platensis* was cultured in 10 L volume using combination of urea, organic fertilizer RI1 and Plant catalyst (URC medium) at 24:0, 16:8, 12:12 and 6:18 (light hours:dark hours) photoperiods. The results showed the controlled photobioreactor (FK) with 24:0 photoperiods had Optical Density (0.882), dried biomass (0.31 g/L) and carbohydrate (25.85%) highest than those of other treatments. Uncontrolled photobioreactor (FTK) with photoperiods 12:12 and 16:8 had the higher protein content (58.44%) than of other treatments. The highest total fat (6.60%) occurred in photoperiod 6:18. The results of bioactive compounds based on phytochemical analysis for the whole treatment positively contained flavonoids, phenols, steroids and saponins.

Keywords: Biomass, chemical composition, photobioreactors, photoperiods, *Spirulina platensis*

## PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan salah satu komoditi hasil perairan yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan maupun obat-obatan. Mikroalga yang banyak diteliti dan relatif mudah untuk dibudidayakan salah satunya adalah *Spirulina* sp. *Spirulina* merupakan mikroalga berwarna hijau-biru yang digolongkan ke dalam *cyanobacteria*, bersel satu dan berbentuk spiral (Budiardi *et al.* 2010). *Spirulina* memiliki nutrisi yang tinggi serta kaya akan vitamin B12 (De *et al.* 2011). Biomassa *S. platensis* mengandung senyawa-senyawa yang diperlukan oleh tubuh manusia diantaranya protein 55-70%, lipid 4-6%, karbohidrat 17-25%, asam lemak tidak jenuh majemuk misalnya asam linoleat (LA) dan gamma linolenat (GLA), beberapa vitamin contohnya asam nikotinat, riboflavin (vitamin B2), thiamin (vitamin B1), sianokobalamin (vitamin B12), mineral, asam-asam amino, karotenoid, klorofil dan fikosianin (Christwardana *et al.* 2013). *S. platensis* telah diaplikasikan pada berbagai produk pangan maupun non pangan, di antaranya bahan tambah pada *jelly drink* (Trilaksani *et al.* 2015), tablet hisap (Saputra *et al.* 2014) dan antimalaria (Wulandari *et al.* 2019).

Faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas biomassa *Spirulina* adalah cahaya, nutrisi dan suhu (Richmond 2004). Diharmi (2001) melaporkan bahwa perlakuan manipulasi lama pencahayaan (fotoperiode) dan intensitas cahaya memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan pigmen bioaktif dan protein *S. platensis*, kandungan fikosianin tertinggi yaitu 0,135 mg/L dan protein 49,79% pada intensitas cahaya 3.000 lux dengan lama pencahayaan 16 jam. Santosa (2010) melaporkan *Spirulina* air tawar dengan pencahayaan 12 jam terang dan 12 jam gelap menghasilkan kandungan protein yaitu 39,73%, lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Kandungan lemak tertinggi terdapat pada perlakuan 6 jam terang dan 18 jam gelap yaitu 10,35%.

Kultivasi *S. platensis* konvensional yang telah dilakukan sebelumnya memiliki kekurangan berupa sulitnya mengatur

kondisi lingkungan serta mudah masuknya kontaminasi dari luar karena tempat kultivasi yang cenderung terbuka. Kondisi lingkungan yang terkontrol dan pencegahan terhadap dampak negatif dari lingkungan yang mengganggu pertumbuhan mikroalga dapat diperoleh dengan penggunaan fotobioreaktor. Singh dan Sharma (2012) melaporkan bahwa, fotobioreaktor dapat digambarkan sebagai sebuah bejana kultur tertutup yang diberi cahaya dan dirancang untuk mengontrol produksi biomassa. Keunggulan dari fotobioreaktor selain meminimalkan kontaminasi juga memungkinkan monokultur mikroalga yang terkontrol terhadap kondisi cahaya, suhu dan pH. Fotobioreaktor dapat mengendalikan hilangnya CO<sub>2</sub> yang lebih sedikit, mencegah penguapan air dan menghasilkan pertumbuhan sel yang lebih tinggi.

Pemenuhan kebutuhan nutrisi dalam media kultivasi juga memegang peranan penting terhadap pertumbuhan *S. platensis*. Kultivasi *S. platensis* selama ini menggunakan media Walne sebagai media pertumbuhan. Media Walne yang mahal menjadi dasar pencarian sumber nutrisi alternatif yang lebih murah dan efektif, salah satunya penggunaan media organik (Setyaningsih *et al.* 20013). Fahleny *et al.* (2014) melaporkan bahwa *S. platensis* mengalami peningkatan pertumbuhan yang baik menggunakan media pupuk URC yang merupakan kombinasi antara pupuk urea dan pupuk organik (*plant catalyst* dan RI1). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk melihat pengaruh penggunaan fotobioreaktor, baik fotobioreaktor terkontrol (FK) maupun fotobioreaktor tanpa kontrol (FTK) dengan perlakuan fotoperiode yang berbeda terhadap kurva pertumbuhan dan produksi biomassa, komposisi kimia, kandungan senyawa aktif, serta konsentrasi dan rendemen fikosianin dari *S. platensis* yang dikultivasi dalam media organik. Pengembangan penelitian dengan berbagai teknik kultivasi ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi dan kualitas *S. platensis*.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh fotoperiode terhadap

karakteristik *S. platensis* yang dikultivasi dalam fotobioreaktor terkontrol (FK) dan fotobioreaktor tidak terkontrol (FTK). Karakteristik yang diamati meliputi kurva pertumbuhan, rendemen biomassa kering, kandungan karbohidrat, protein, lemak dan komponen aktif.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari bahan untuk proses kultivasi meliputi air tawar, air laut, bibit mikroalga *Spirulina platensis* yang diperoleh dari koleksi mikroalga Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBA), Jepara Jawa Tengah, media Walne, media organik (kombinasi pupuk urea, pupuk organik RI1 dan *plant catalyst*). Bahan-bahan yang digunakan dalam analisis meliputi akuades, reagen uji komponen aktif (Merck), larutan *alkaline chopper*, *Bovine Serum Albumine* (Merck), Folin-Ciocalteu-Fenol (Merck), kloroform (Merck), metanol (Merck),  $H_2SO_4$  (Merck), larutan fenol (Merck), bufer fosfat dan gas  $N_2$  murni.

Alat-alat yang digunakan meliputi peralatan kultivasi yaitu seperangkat peralatan fotobioreaktor terkontrol, toples kaca, selang, aerator, lampu TL (Philips 40 watt), *light meter* (Lutron), stop kontak *timer* otomatis, *hand refraktometer* (Atago), batang pengaduk, *nylon mesh* berukuran 20 mikron dan oven (Ehret) untuk pengeringan biomassa. Alat pengujian meliputi timbangan digital (Sartorius), spektrofotometer (Spectro UV Vis RS UV-2500 Labomed), perangkat HPLC (Shimadzu CBM-20A), perangkat kromatografi gas (Xevo TQ-S), desikator, vortex (Velp Scientifica), sentrifuse (Centurion Scientific Ltd), mikropipet (Eppendorf), peralatan gelas (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex).

### Metode Penelitian

#### Penyegaran bibit *S. platensis*

Penyegaran bibit *S. platensis* dilakukan dalam toples kaca dengan total volume kultur 2 L. Air laut yang digunakan bersalinitas 15 ppt, dengan media Walne. Bibit yang digunakan sebanyak 20% dari total volume kultur. Penyegaran dilakukan dengan pencahayaan 24 jam terang, intensitas cahaya 2.500-3.000

lux dan aerasi secara terus-menerus selama tujuh hari (Fahleny *et al.* 2014).

#### Kultivasi *S. platensis*

Persiapan peralatan kultivasi *S. platensis* dalam jumlah banyak (*scale up*) sama dengan saat penyegaran bibit. Total volume kultur yaitu 10 L, media yang digunakan berupa kombinasi urea dengan media organik yang terdiri dari pupuk RI1 dan *Plant Catalyst* (URC). Kultivasi menggunakan fotobioreaktor terkontrol (FK) dan fotobioreaktor tak terkontrol (FTK) dengan perlakuan lama pencahayaan (fotoperiode) masing-masing 24:0, 16:8, 12:12 dan 6:18 (jam terang:jam gelap). Kultivasi menggunakan FTK dilakukan dalam sebuah toples kaca yang diletakkan dalam ruangan dengan pencahayaan (lampu) hanya pada salah satu sisinya dan pencahayaan cenderung menyebar ke seluruh ruangan. Kultivasi dengan FK dilakukan dengan cara toples kaca untuk kultivasi dimasukkan ke dalam sebuah kotak berbahan kayu dengan ukuran 40cm × 40cm × 80cm, dengan kondisi tertutup dan lampu berada di sekeliling toples kaca sehingga cahaya terfokus hanya di dalam kotak kayu tersebut. Intensitas cahaya, suhu dan lama waktu pencahayaan (fotoperiode) pada sistem FK dikendalikan/dikontrol dengan sistem elektronik. Intensitas cahaya yang digunakan 3.000 lux dan diberikan aerasi terus menerus selama kultivasi berlangsung. Kurva pertumbuhan *S. platensis* dibuat berdasarkan nilai *Optical Density* (OD), yang diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 670 nm.

#### Pemanenan dan Pengeringan Biomassa *S. platensis*

*S. platensis* dipanen dengan cara disaring menggunakan *nylon mesh*. Biomassa yang dihasilkan dari tiap perlakuan dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama  $\pm 24$  jam. Biomassa kering ditimbang untuk menghitung rendemen biomassa *S. platensis* dan dilakukan analisis total kandungan karbohidrat, protein, lemak dan fitokimia. Biomassa dari kultivasi dengan perlakuan fotoperiode terpilih berdasarkan kandungan nutrisi tertinggi serta dilanjutkan dengan analisis asam amino dan asam lemak.

## Prosedur Analisis

Analisis karbohidrat dilakukan menggunakan metode Kochert (1978). Larutan standar yang digunakan yaitu glukosa yang dilarutkan dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 N. Sampel *S. platensis* diekstraksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 N. Sampel dan larutan standar ditambahkan larutan fenol dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98%. Absorbansi diukur pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 485 nm. Kandungan karbohidrat pada sampel ditentukan berdasarkan kurva grafik larutan standar.

Analisis protein menggunakan metode Lowry *et al.* (1951). Larutan *alkaline copper* (Cu-alkalin) dipersiapkan terlebih dahulu dan *Bovine Serum Albumin* (BSA) digunakan sebagai larutan standar. Sampel dan larutan standar ditambahkan larutan Cu-alkalin Folin-Ciocalteu-Fenol kemudian diukur pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 660 nm.

Analisis total lipid menggunakan metode Bligh dan Dyer (1959), sampel dikeringkan secara evaporasi dengan gas  $\text{N}_2$  murni. Lemak kering kemudian ditimbang. Analisis profil asam lemak dilakukan dengan prinsip mengubah asam lemak menjadi turunannya (metil ester) sehingga mampu dideteksi oleh alat kromatografi gas yang mengacu pada AOAC (2005). Analisis kualitatif komponen aktif *S. platensis* dilakukan dengan uji fitokimia mengacu pada Harborne (1987) yang meliputi uji alkaloid, fenol hidrokuinon, steroid, flavonoid dan saponin.

## Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk menentukan pengaruh metode kultivasi fotobioreaktor (FTK dan FK) pada masing-masing fotoperiode terhadap rendemen biomassa panen, total karbohidrat, protein dan lemak adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan. Pengaruh perbedaan fotoperiode terhadap rendemen biomassa panen, total karbohidrat, protein dan lemak dianalisis secara deskriptif. Analisis data secara deskriptif secara keseluruhan juga digunakan pada tahap penentuan kurva pertumbuhan dan komponen aktif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

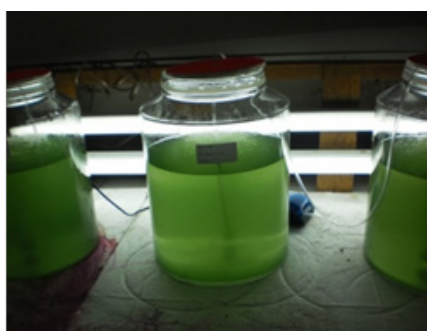
### Kurva Pertumbuhan *S. platensis*

*S. platensis* dikultivasi menggunakan sistem fotobioreaktor terkontrol (FK) dan fotobioreaktor tanpa kontrol (FTK) disajikan pada *Figure 1*. Sistem fotobioreaktor terkontrol (FK) menghasilkan pencahayaan lebih fokus daripada fotobioreaktor tanpa kontrol (FTK).

Pertumbuhan *S. platensis* dapat ditentukan dari perubahan warna pada media kultivasi yang menandakan peningkatan jumlah populasi atau kepadatan sel yang ditunjukkan dengan pertambahan nilai *Optical Density* (OD). Nilai OD dapat dilihat pada *Figure 2*. Nilai OD semakin meningkat dengan bertambahnya waktu kultivasi. Nilai OD tertinggi diperoleh pada waktu kultivasi antara 9-11 hari. Waktu panen dipilih berdasarkan



(a)



(b)

Figure 1 (a) A controlled photobioreactor (FK) and (b) Uncontrolled photobioreactor (FTK)



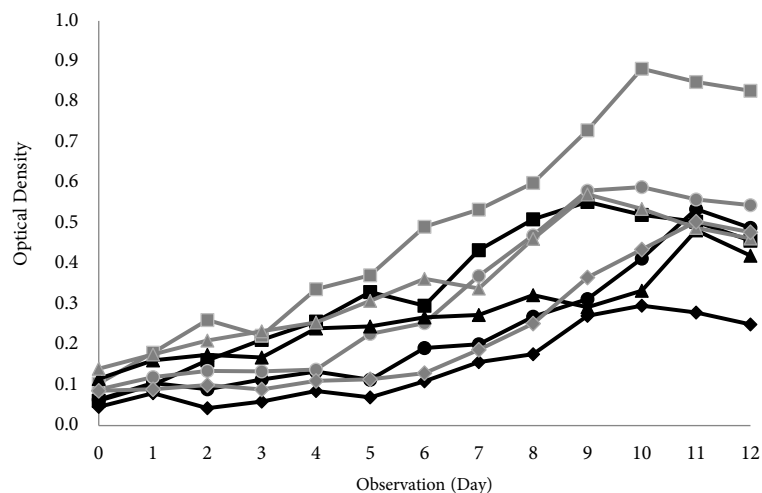


Figure 2 Growth curve of *S. platensis* based on OD values, (—■—)FTK 24:0, (—■—)FK 24:0, (—●—) FTK 16:8, (—●—)FK 16:8, (—▲—)FTK 12:12, (—▲—)FK 12:12, (—◆—)FTK 6:18, (—◆—)FK 6:18

nilai OD tertinggi atau telah mencapai OD  $\geq 0,5$  karena pada saat itu merupakan akhir fase pertumbuhan eksponensial (logaritmik), menuju fase stasioner.

Sistem kultivasi menggunakan FK memiliki nilai OD lebih tinggi dibandingkan dengan FTK. Hal ini karena kondisi cahaya pada sistem kultivasi FK lebih terfokus dibandingkan pada sistem kultivasi FTK. Cahaya merupakan faktor utama dalam pertumbuhan melalui proses fotosintesis. Sistem kultivasi FK diduga memberikan ketersediaan cahaya yang cukup banyak sehingga energi dari cahaya tersebut akan diubah menjadi energi kimia oleh mikroalga melalui proses fotosintesis. Energi kimia ini digunakan oleh mikroalga untuk menghasilkan *S. platensis* yang optimal. Richmond (2004) menjelaskan, cahaya adalah kebutuhan utama dari mikroalga karena mikroalga merupakan organisme fotoautotrof yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi.

Richmond (2004) menjelaskan, cahaya adalah kebutuhan utama dari mikroalga karena mikroalga merupakan organisme fotoautotrof yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi.

Perlakuan FK dengan fotoperiode 24:0 memiliki nilai OD tertinggi dibanding perlakuan lain, yaitu mencapai 0,882. Parmar *et al.* (2011) menjelaskan bahwa, salah satu

faktor utama yang menentukan tingkat pertumbuhan mikroalga adalah cahaya, baik intensitas cahaya maupun periode terang gelap. Mikroalga menangkap energi cahaya melalui fotosintesis dan menggunakan energi tersebut untuk mengkonversi zat anorganik menjadi gula sederhana. Wahidin *et al.* (2013) menambahkan bahwa, waktu pencahayaan yang lebih pendek dan ketersediaan cahaya yang tidak cukup dapat menyebabkan rendahnya tingkat pertumbuhan mikroalga, sebaliknya waktu pencahayaan yang lebih banyak dengan intensitas cahaya yang optimum akan memberikan kesempatan mikroalga untuk tumbuh dan berkembang lebih cepat.

### Rendemen Biomassa *S. platensis*

Hasil analisis sidik ragam pada semua perlakuan fotoperiode menunjukkan metode kultivasi FK berbeda nyata dengan metode kultivasi FTK ( $p < 0.05$ ) terhadap rendemen biomassa *S. platensis* (Figure 3a). *S. platensis* yang dikultivasi FK menghasilkan rendemen biomassa lebih tinggi dibanding FTK. Hasil ini memiliki pola yang selaras dengan kurva pertumbuhan. Sistem kultivasi menggunakan FK menyediakan ketersediaan cahaya yang optimum bagi pertumbuhan *S. platensis* untuk memproduksi biomassa. Behrens (2005) menyatakan bahwa, salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroalga

adalah ketersediaan cahaya. Ketersediaan cahaya berupa pencahayaan kontinyu akan memengaruhi perubahan konsentrasi sel dalam kultur.

Rendemen biomasa pada perlakuan FK dengan fotoperiode 24:0 lebih tinggi daripada perlakuan lainnya, yaitu 0,31 g/L. Nugraha dan Purba (2015) melaporkan bahwa fotoperiode 24 jam *S. Spirulina* lebih optimum dalam menghasilkan biomassa kering (0,76 g/L). Barra *et al.* (2014) menjelaskan, fotoperiode memengaruhi pertumbuhan mikroalga dan kecepatan fotosintesis. Pertumbuhan mikroalga dapat diketahui dari sintesis biomassa. Sintesis biomassa kemungkinan terjadi lebih tinggi pada pencahayaan terus menerus dibandingkan pada fase gelap terang yang bergantian.

### Kandungan Karbohidrat

Hasil analisis sidik ragam pada semua perlakuan fotoperiode menunjukkan metode kultivasi FK memberikan pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap kandungan karbohidrat *S. platensis*. Kandungan karbohidrat *S. platensis* pada perlakuan FK dengan fotoperiode 24:0 lebih tinggi daripada perlakuan lainnya, yaitu 25,85%. Hal ini karena cahaya sangat berpengaruh dalam pembentukan karbohidrat. Cahaya digunakan sebagai sumber energi untuk mensintesis zat-zat organik dalam proses fotosintesis. Kandungan karbohidrat yang tinggi diduga karena banyaknya cahaya yang terdapat pada sistem kultivasi FK memengaruhi banyaknya energi yang diserap *S. platensis* dalam melakukan fotosintesis. Sukadarti *et al.* (2016) menyatakan bahwa, laju reaksi fotosintesis dipengaruhi oleh jumlah energi yang diserap oleh suatu organisme. Campbell *et al.* (2008) menjelaskan bahwa fotosintesis terbagi menjadi dua tahap, tahap pertama reaksi terang dan tahap kedua reaksi gelap. Reaksi terang meliputi penyerapan cahaya oleh klorofil untuk menghasilkan NADPH, ATP, dan  $O_2$ . Pembentukan karbohidrat terjadi pada tahap kedua fotosintesis yaitu pada siklus Calvin. Reaksi gelap terjadi di stroma, menggunakan NADPH dan ATP yang diproduksi di reaksi terang untuk mereduksi karbondioksida dan mensintesis karbohidrat.

### Kandungan Protein

Hasil analisis sidik ragam pada semua perlakuan fotoperiode menunjukkan metode kultivasi menggunakan FK maupun FTK tidak memberikan pengaruh yang signifikan ( $p > 0,05$ ) terhadap kandungan protein (Figure 3c). Metode kultivasi dengan FTK menghasilkan nilai total protein lebih tinggi dibandingkan FK.

Metode kultivasi FTK dengan pencahayaan yang lebih singkat yaitu pada fotoperiode 12 jam:12 jam dan 16 jam:8 jam (terang:gelap) menghasilkan kandungan protein lebih tinggi dari perlakuan lainnya, masing-masing 58,44% dan 57,24%. Hu (2004) menjelaskan, cahaya merupakan faktor yang memengaruhi fotosintesis sehingga memengaruhi pula pertumbuhan, susunan biokimia dan genetik pada sel. Respon seluler mikroalga ketika intensitas cahaya berkurang adalah meningkatkan klorofil-a dan pigmen-pigmen lain yang berfungsi sebagai pemanen cahaya.

Perlakuan pencahayaan yang singkat seperti pada perlakuan FTK dan FK dengan fotoperiode 6:18 memiliki kandungan protein paling kecil. Penelitian Budiardi *et al.* (2010) melaporkan bahwa perlakuan pencahayaan 6:18 pada kultivasi *Spirulina*, menghasilkan kandungan oprotein yang cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena protein diurai kembali akibat cadangan makanan hasil fotosintesis kurang memenuhi kebutuhan.

### Kandungan Lemak

Hasil analisis sidik ragam pada semua perlakuan fotoperiode menunjukkan metode kultivasi menggunakan FTK berbeda nyata/signifikan dengan metode kultivasi menggunakan FK ( $p < 0,05$ ) terhadap kandungan lipid *S. platensis* (Figure 3d). Metode kultivasi FTK dengan pencahayaan yang cenderung lebih sedikit dan menyebar menghasilkan kandungan lipid lebih tinggi dari pada kandungan lipid yang dihasilkan oleh sistem kultivasi FK. Banyaknya cahaya yang diserap oleh *S. platensis* pada kultivasi diduga dapat memengaruhi total lipid yang terbentuk. Richmond (2004) menyatakan bahwa, efisiensi pencahayaan dapat memaksimalkan pertumbuhan dan

kemampuan mikroalga dalam mengkonversi energi cahaya menjadi energi biokimia yang tersimpan dalam bentuk karbohidrat, protein dan lemak.

Kultivasi *S. platensis* menggunakan FTK dengan fotoperiode 6:18 memiliki nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 6,60%. Penelitian Budiardi *et al.* (2010) terhadap *Spirulina* air tawar menunjukkan perlakuan pencahayaan 6:18 menghasilkan kandungan lipid 10,35% menghasilkan total lipid lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan pencahayaan terus menerus (24 jam).

### Komponen Aktif

Hasil analisis kualitatif komponen aktif terhadap biomassa kering *S. platensis* pada penelitian ini positif pada senyawa flavonoid, fenol, steroid dan saponin, serta tidak terdeteksi senyawa alkaloid setelah direaksikan dengan pereaksi *Dragendorf*,

*Meyer* dan *Wagner*. Perbedaan perlakuan tidak berpengaruh terhadap komponen aktif yang terkandung dalam biomassa kering *S. platensis*. Firdiyani *et al.* (2015) melaporkan bahwa, uji skrining fitokimia dari ekstrak *S. platensis* menggunakan pelarut aseton dan pelarut etil asetat menunjukkan hasil positif pada uji senyawa fenolik, triterpenoid, steroid, flavonoid, dan saponin, serta tidak ditemukan senyawa alkaloid, sedangkan Sudha *et al.* (2011) melaporkan *S. platensis* yang diekstrak dengan pelarut etanol menunjukkan adanya senyawa terpenoid, saponin, protein, karbohidrat, asam amino dan tidak terdapat senyawa alkaloid. Sastrahidayat (2014) melaporkan bahwa alkaloid merupakan senyawa yang mengandung atom nitrogen yang tersebar secara terbatas pada tumbuhan dan kebanyakan ditemukan pada tanaman tingkat tinggi Angiospermae.

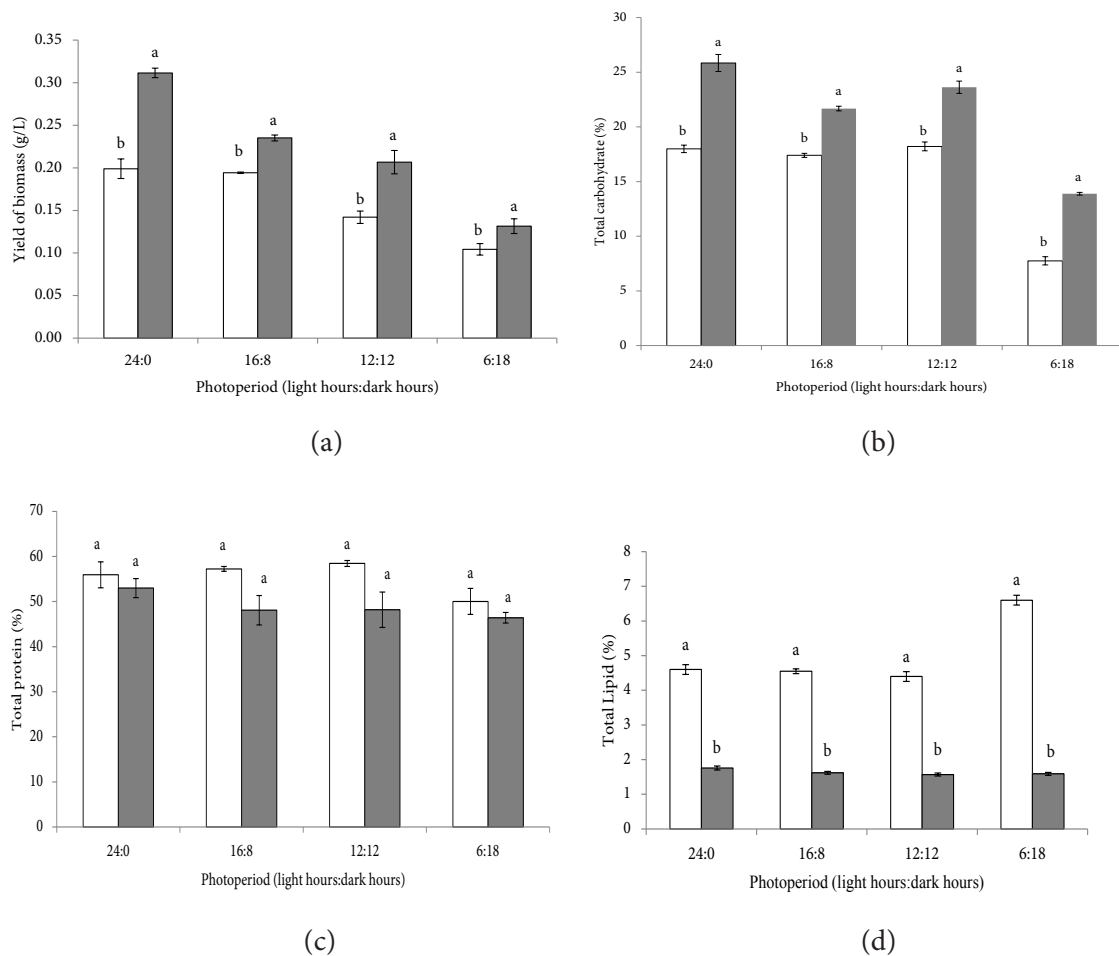


Figure 3 Effect of photobioreactor and photoperiod on: (a) yield of biomass (b) carbohydrate content (c) protein content (d) fat content, (□) FTK, (■) FK.

## KESIMPULAN

Penggunaan fotobioreaktor terkontrol (FK) dan fotobioreaktor tanpa kontrol (FTK) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kurva pertumbuhan, total rendemen biomassa, kandungan karbohidrat dan lemak, sedangkan perlakuan perbedaan fotoperiode berpengaruh terhadap kurva pertumbuhan, total rendemen biomassa, kandungan karbohidrat, protein dan lemak. Hasil uji fitokimia positif mengandung senyawa flavonoid, fenol, steroid dan saponin.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Virginia (USA): AOAC Inc.
- Barra L, Chandrasekaran R, Corato F, Brunet C. 2014. The challenge of ecophysiological biodiversity for biotechnological applications of marine microalgae (a review). *Marine Drugs*. 12: 1641-1675.
- Behrens PW. 2005. Photobioreactors and Fermentors: the Light and Dark Sides of Growing Algae. Di dalam: *Algal Culturing Techniques*. Andersen RA, editor. California (USA): Elsevier Academic Press.
- Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry Physiology*. 37:911-917.
- Budiardi T, Utomo NBP, Santosa A. 2010. Pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Spirulina* sp. pada fotoperiode yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(2): 146-156.
- Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG. 2008. *Biologi Jilid 1*. Ed Ke-8. Rahayu L, penerjemah. Jakarta (ID): Erlangga.
- Christwardana M, Nur MA, Hadiyanto. 2013. *Spirulina platensis*: Potensinya sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(1): 1-4.
- De M, Halder A, Chakraborty T, Das U, Paul S, De A, Banerjee J, Chatterjee T, De S. 2011. Incidence of anemia and effect of nutritional supplementation on women in rural and tribal populations of eastern and northeastern India. *Hematology*. 16: 190-192.
- Diharmi A. 2001. Pengaruh pencahayaan terhadap kandungan pigmen bioaktif mikroalga *Spirulina platensis* strain lokal (INK) [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Fahleny R, Trilaksani W, Setyaningsih I. 2014. Aktivitas antioksidan pada formula terpilih tablet hisap *S. platensis* berdasarkan karakter fisik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(2): 427-444.
- Firdiyani F, Agustini TW, Ma'ruf WF. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(1): 28-37.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Ed ke-2. Padmawinata K, Soediro I, penerjemah; Niksolihin S, editor. Bandung (ID): Penerbit ITB.
- Hu Q. 2004. Environmental effects on cell composition. Di dalam: *A Handbook of Microalgae Culture Biotechnology and Applied Phycology* (83-93). Editor: Richmond A. Oxford (UK): Blackwell Science Ltd.
- Kochert G. 1978. Quantitation of The Macromolecular Components of Microalgae. Di dalam: *Handbook of Phycological Methods. Physiological and Biochemical Methods* (189-195). Editor : Hellebust JA, Craigie SS. London (UK): Cambridge University Press.
- Lowry OH, NJ. Rosebrough, AL Farr, RJ Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 193(1): 265-275.



- Parmar A, Singh, NK, Pandey A, Gnansounou E, Madamwar D. 2011. Cyanobacteria and microalgae: a positive prospect for biofuels (a review). *Bioresource Technology*. 102: 10163–10172.
- Richmond A. (2004). Biological Principles of Mass Cultivation. Di dalam: A Handbook of Microalgae Culture Biotechnology and Applied Phycology (125-217). Editor: Richmond A. Oxford (UK): Blackwell Science Ltd.
- Saputra JSE, Agustini TW, Dewi EN. 2014. pengaruh penambahan biomassa serbuk *Spirulina platensis* terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori pada tablet hisap (Lozenges). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(3): 281-291.
- Sastrahidayat IR. 2014. *Peranan Mikroba Bagi Kesehatan Tanaman dan Lingkungan*. Malang (ID): UB Press.
- Setyaningsih I, Tarman K, Satyantini WH, Barus DA. 2013. Pengaruh waktu panen dan nutrisi media terhadap biopigmen *Spirulina platensis*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(3): 191-198.
- Setyaningsih I, Saputra AT, Uju. 2011. Komposisi kimia dan kandungan pigmen *Spirulina fusiformis* pada umur panen yang berbeda dalam media pupuk. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 14(1):63-69.
- Singh RN, Sharma S. 2012. Development of suitable photobioreactor for algae production-a review. *Renew Sust Energ Rev*. 16: 2347-2353.
- Sukadarti S, Murni SW, Nur MMA. 2016. Peningkatan *phycocyanin* pada *Spirulina platensis* dengan media limbah *virgin coconut oil* pada *photobioreactor* tertutup. *Eksergi*. 13(2): 1-6.
- Trilaksani W, Setyaningsih I, Masluha D. 2015. Formulasi *jelly drink* berbasis rumput laut merah dan *Spirulina platensis*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(1): 74-82.
- Wulandari DA, Setyaningsih I, Syafrudin D. 2016. Ekstraksi fikosianin dari *Spirulina platensis* dan aktivitas antimalaria secara invitro. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(1): 17-25.